

## ESTIMAÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO EM SISTEMA SILVIPASTORIL BIOFERTILIZADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

Giulia Faria Shimamoto<sup>1</sup>

Fabício Pelizer de Almeida<sup>2</sup>

Adriane de Andrade Silva<sup>3</sup>

### Valoração e Economia Ambiental

#### Resumo

O aquecimento global potencializado pelas emissões de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), pode ocasionar danos incalculáveis à biodiversidade. Nesse contexto, o desenvolvimento de projetos que visem o estoque e a manutenção do carbono no solo são estratégias interessantes para reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Este estudo teve como objetivo quantificar o estoque de CO<sub>2</sub> equivalente (Est CO<sub>2</sub>eq) no solo em áreas de pastagem solteira e de sistema silvipastoril biofertilizadas com água residuária da suinocultura, estimar sua valoração no mercado de créditos de carbono e, propor dois cenários para sua comercialização: a venda anual do Est CO<sub>2</sub>eq e a venda do Est CO<sub>2</sub> acumulado ao longo dos três anos estudados. De acordo com os teores de Est CO<sub>2</sub>eq, com as cotações das taxas cambiais e dos créditos de carbono, para as datas 01/06/2016, 01/06/2017 e 01/06/2018, o montante financeiro recebido, caso a *commodity* fosse comercializada anualmente, seria de R\$251, R\$142,59 e R\$540,28, respectivamente. Enquanto que a venda do Est CO<sub>2</sub>eq acumulado resultaria no faturamento de R\$1.732,52. Esses resultados mostram a viabilidade do comércio dos créditos de carbono e que esta pesquisa, enquadrada no escopo de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, pode subsidiar a avaliação de projetos ambientais que combinem técnicas de biofertilização e sistemas agroflorestais. Além disso, favorece o cumprimento das metas de redução de emissões de CO<sub>2</sub> propostas nos acordos internacionais.

Palavras-chave: mudanças climáticas; sequestro de carbono; mercado de carbono.

<sup>1</sup>Mestranda em Qualidade Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia – ICIAG, giulia.shimamoto@gmail.com.

<sup>2</sup>Prof. Dr. Fabício Pelizer de Almeida, Universidade de Uberaba, Campus Marileusa, Instituto de Tecnologia, fabricio.almeida@uniube.br.

<sup>3</sup>Profa. Dra. Adriane de Andrade Silva, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Glória – ICIAG, adriane@ufu.br.

## INTRODUÇÃO

O mercado de créditos de carbono por atingir proporções globais evidencia-se como recurso interessante para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (GOMES et al., 2016), capazes de provocar desequilíbrios ambientais em dimensões catastróficas (RANSON; STAVINS, 2016). A oportunidade de negociar tais créditos, através dos certificados de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEEs), fortalece o desenvolvimento das atividades econômicas fundamentadas em princípios sustentáveis.

Nesta perspectiva, o Brasil destaca-se pelo potencial de gerar créditos de carbono em grande proporção, devido, sobretudo, às extensas áreas de floresta (VITAL, 2018). Sendo assim, esse trabalho objetiva avaliar os teores do estoque de carbono no solo, após três aplicações sucessivas de água residuária da suinocultura (ARS), em áreas de pastagem e de sistema silvipastoril, bem como estimar a valoração desse estoque no mercado de créditos de carbono.

## METODOLOGIA

Os estudos foram desenvolvidos na Fazenda Bonsucesso, no município de Uberlândia – MG, em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico (SANTOS et al., 2013). Foram avaliados os efeitos das doses 0, 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de ARS, em áreas de pastagem solteira e de sistema silvipastoril em linhas simples e dupla de *Corymbia citriodora*, em consórcio com pastagem de *Urochloa decumbens*.

O estoque de CO<sub>2</sub>eq (Est CO<sub>2</sub>eq) foi estimado através do modelo de Veldkamp (1994), expresso na Equação 1.

$$\text{Est CO}_2\text{eq} = \left[ \frac{\text{CO}_2\text{eq.Ds.e}}{10} \right] \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

Est CO<sub>2</sub>eq representa o estoque de dióxido de carbono equivalente (t ha<sup>-1</sup>); CO<sub>2</sub>eq, obtido pela multiplicação do teor de carbono orgânico (CO) por 3,67 (LACERDA et al., 2009), indica o teor de dióxido de carbono equivalente (g kg<sup>-1</sup>); Ds, a densidade do solo (kg dm<sup>-3</sup>); e, representa a espessura da camada analisada (cm) e 10, é o fator de correção das unidades da equação.

Para a valoração monetária dos créditos de carbono foram considerados as cotações das taxas de câmbio (BCB, 2019) e o valor da *commodity* no mercado de créditos de carbono (INVESTING.COM) no último dia do período de cada aplicação, isto

é, nas datas 01/06/2016, 01/06/2017 e 01/06/2018, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Cotações da  $tCO_2eq^{-1}$  em 01/06/2016, 01/06/2017 e 01/06/2018, segundo o Banco Central do Brasil (2019) e o mercado de créditos de carbono (2019).

| Cotação             | 01/06/2016 | 01/06/2017 | 01/06/2018 |
|---------------------|------------|------------|------------|
| € $tCO_2eq^{-1}$    | 6,12       | 5,19       | 15,37      |
| US\$ $tCO_2eq^{-1}$ | 6,8324     | 5,8211     | 17,9537    |
| R\$ $tCO_2eq^{-1}$  | 24,6827    | 18,8062    | 67,1702    |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos das aplicações sucessivas de ARS possibilitaram teores crescentes do Est  $CO_2eq$  na área PS, com exceção da dose  $600 m^3 ha^{-1}$ , que decresceu entre a primeira e a segunda aplicações. Em contrapartida, após a terceira aplicação do biofertilizante as áreas LS e LD apresentaram teores de CO inferiores aos da primeira aplicação, a qual foram observados os maiores teores de CO, respectivamente (TABELA 2).

Tabela 2: Teores de carbono orgânico e de estoque de dióxido de carbono equivalente por aplicação na camada 0,0-0,4 m de profundidade.

| Área  | Dose<br>$m^3 ha^{-1}$ | 1ª Aplicação          |                                 | 2ª Aplicação          |                                 | 3ª Aplicação          |                                 |
|-------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
|       |                       | CO<br>( $g kg^{-1}$ ) | Est $CO_2eq$<br>( $t ha^{-1}$ ) | CO<br>( $g kg^{-1}$ ) | Est $CO_2eq$<br>( $t ha^{-1}$ ) | CO<br>( $g kg^{-1}$ ) | Est $CO_2eq$<br>( $t ha^{-1}$ ) |
| PS    | 0                     | 9,55                  | 111,02                          | 10,59                 | 123,22                          | 12,19                 | 141,62                          |
|       | 200                   | 9,13                  | 106,52                          | 9,58                  | 111,59                          | 12,62                 | 147,29                          |
|       | 400                   | 9,23                  | 106,90                          | 9,72                  | 112,31                          | 13,02                 | 151,01                          |
|       | 600                   | 8,92                  | 101,90                          | 7,84                  | 89,40                           | 12,50                 | 143,34                          |
|       | 800                   | 9,27                  | 106,89                          | 9,72                  | 112,00                          | 12,87                 | 148,49                          |
| LS    | 0                     | 22,61                 | 257,93                          | 11,61                 | 132,28                          | 11,03                 | 125,95                          |
|       | 200                   | 22,88                 | 259,56                          | 11,60                 | 131,89                          | 13,33                 | 151,14                          |
|       | 400                   | 22,52                 | 258,80                          | 12,91                 | 148,80                          | 13,31                 | 152,89                          |
|       | 600                   | 22,93                 | 262,76                          | 10,30                 | 118,41                          | 15,00                 | 172,18                          |
|       | 800                   | 23,31                 | 267,22                          | 9,72                  | 111,65                          | 15,42                 | 176,96                          |
| LD    | 0                     | 16,26                 | 183,66                          | 11,75                 | 132,23                          | 11,75                 | 132,69                          |
|       | 200                   | 15,53                 | 180,19                          | 14,65                 | 169,69                          | 13,49                 | 156,71                          |
|       | 400                   | 15,36                 | 176,05                          | 21,76                 | 248,99                          | 13,39                 | 153,85                          |
|       | 600                   | 15,57                 | 178,73                          | 11,46                 | 131,46                          | 13,25                 | 151,87                          |
|       | 800                   | 15,69                 | 180,72                          | 9,86                  | 113,42                          | 13,94                 | 160,76                          |
| Total |                       | 238,76                | 2.738,85                        | 173,07                | 1.987,34                        | 197,11                | 2.266,75                        |

As aplicações da ARS, portanto, não proporcionaram expressivos incrementos de MOS e CO, o que também foi constatado por Homem et al. (2014) e Prior et al. (2015) ao

avaliarem os efeitos das aplicações de ARS em áreas de Latossolo.

A Tabela 3 demonstra a redução da valoração monetária dos créditos de carbono entre 2016 e 2017, justificada pelas desvalorizações da *commodity* e das taxas de câmbio entre o dólar comercial e o real, combinados com o decréscimo dos teores de CO em diversos tratamentos nas áreas experimentais.

Tabela 3: Valoração do estoque de dióxido de carbono equivalente anual e acumulado da Fazenda Bonsucesso na camada 0,0-0,4 m de profundidade.

| Área  | Dose<br>m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> | Valoração Est CO <sub>2</sub> eq (R\$) |            |            | Valoração Est CO <sub>2</sub> eq<br>acumulado (R\$) |
|-------|---|--|------------|------------|---|
|       |   | 01/06/2016                             | 01/06/2017 | 01/06/2018 | 01/06/2018  |
| PS    | 0                                       | 4,40                                   | 3,71       | 15,22      | 40,39   |
|       | 200                                     | 4,21                                   | 3,36       | 15,83      | 39,27   |
|       | 400                                     | 4,22                                   | 3,38       | 16,23      | 39,79   |
|       | 600                                     | 4,04                                   | 2,69       | 15,40      | 35,96   |
|       | 800                                     | 4,23                                   | 3,37       | 15,96      | 39,48   |
| LS    | 0                                       | 19,12                                  | 7,46       | 25,38      | 104,02  |
|       | 200                                     | 19,25                                  | 7,44       | 30,45      | 109,34  |
|       | 400                                     | 19,19                                  | 8,40       | 30,81      | 112,94  |
|       | 600                                     | 19,49                                  | 6,68       | 34,70      | 111,51  |
|       | 800                                     | 19,82                                  | 6,30       | 35,66      | 112,01  |
| LD    | 0                                       | 27,19                                  | 14,92      | 53,48      | 180,79  |
|       | 200                                     | 26,67                                  | 19,15      | 63,16      | 204,17  |
|       | 400                                     | 26,03                                  | 28,09      | 62,00      | 233,30  |
|       | 600                                     | 26,43                                  | 14,83      | 61,21      | 186,22  |
|       | 800                                     | 26,71                                  | 12,80      | 64,79      | 183,33  |
| Total |   | 251,00                                 | 142,59     | 540,28     | 1.732,52  |

Em compensação, a comercialização em 2018 mostra-se mais rentável para os estoques anual e acumulado. Constata-se, portanto, que a valoração estimada demonstra a viabilidade de retorno do projeto, o que é ratificado por Fernandes e Finco (2014).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de biofertilização em sistema silvipastoril sinaliza o grande potencial de estoque de carbono no solo na Fazenda Bonsucesso e garante o faturamento de R\$251, R\$142,59 e R\$540,28, para as datas 01/06/2016, 01/06/2017 e 01/06/2018, respectivamente. Além do montante de R\$1.732,52 sobre o estoque acumulado. Tais resultados fortalecem a ideia de rentabilidade dos projetos ambientais sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Cotações e boletins. Disponível em: <https://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpeq.asp?frame=1>. Acesso em 9 abr de 2019.
- CRÉDITO CARBONO FUTUROS. 2019. Disponível em: <https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>. Acesso em 9 abr. 2019.
- FERNANDES, M. da S.; FINCO, M. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária e políticas de mudanças climáticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 182-190, 2014.
- GOMES, G. S.; ALMEIDA, N. S.; BOTINHA, R. A.; LEMES, S. Crédito de carbono: um estudo bibliométrico nos principais periódicos nacionais e internacionais. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 142-162, abr/set. 2016.
- HOMEM, B. G. C. et al. Efeito do uso prolongado de água residuária de suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Cientifica**, v.42, n. 3, p. 299-309, 2014.
- LACERDA, J. S. et al. Estimativa da biomassa e carbono em áreas restauradas com plantio de essências nativas. **Emendabis Mensvram Silvarvm**, Piracicaba, v. 5, p. 1-23, nov. 2009.
- PRIOR, M. et al. Estudo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral na cultura do milho e no solo. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 744-755, 2015.
- RANSON, M.; STAVINS, R. N. Linkage of greenhouse gas emissions trading systems: Learning from experience. **Climate Policy**, v. 16, n. 3, p. 284-300, 2016.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- VELDKAMP, E. Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n.1, p.175-180, 1994.
- VITAL, M. H. F. **Aquecimento global: acordos internacionais, emissões de CO<sub>2</sub> e o surgimento dos mercados de carbono no mundo**. BNDES, Rio de Janeiro, v. 24, n. 48, p. 167-244, set. 2018.